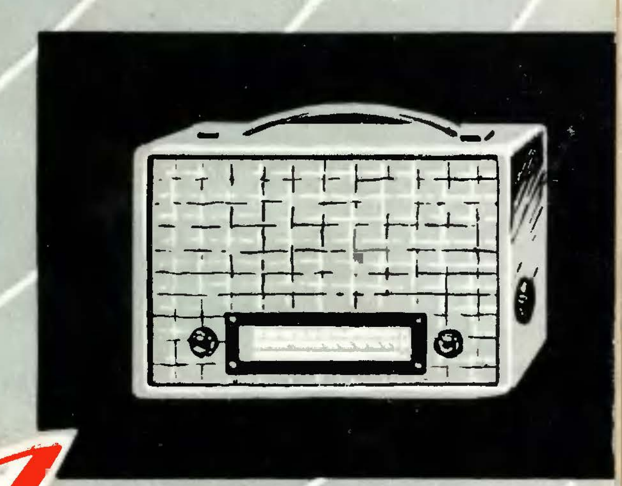


Г. М. Микиртичан



Переносный транзисторный супергетеродин

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 528

Г. М. МИКИРТИЧАН

ПЕРЕНОСНЫЙ ТРАНЗИСТОРНЫЙ СУПЕРГЕТЕРОДИН

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД

УДК 621.396.62
М59

Подробно описан самодельный супергетеродинный приемник на транзисторах, рассчитанный на прием радиовещательных станций в диапазонах длинных и средних волн.

Рассчитана брошюра на подготовленного радиолюбителя.

СОДЕРЖАНИЕ

Краткая характеристика приемника 3
Принципиальная схема 4
Детали приемника 9
Конструкция и монтаж 15
Налаживание приемника 19
Вариант схемы усилителя промежуточной частоты 23
Вариант схемы усилителя низкой частоты 25
Выпрямитель для приемника 27
Магнитная антенна для приемника 28
Настройка приемника без приборов 29

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЕМНИКА

Приемник (рис. 1) собран на десяти транзисторах. Он предназначен для приема местных и дальних радиостанций, работающих в диапазонах длинных (750—2 000 *м*) и средних (200—550 *м*) волн.

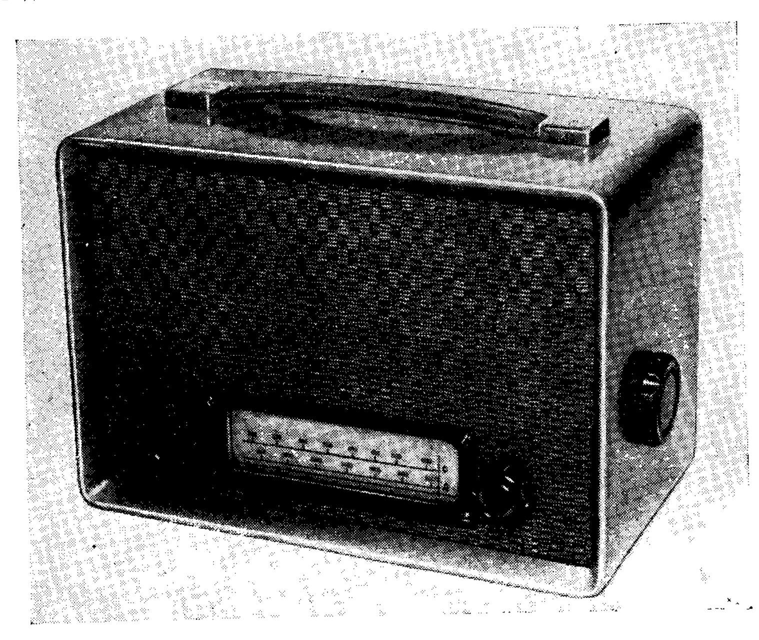


Рис. 1. Внешний вид приемника

Прием осуществляется на обычную наружную антенну длиной 3—4 *м*.

Чувствительность приемника не хуже 150—200 *мкв*. Избирательность по соседнему каналу (при расстройке на ±10 *кгц*) равна 40 *дб*. Ослабление сигналов по зеркальному каналу не менее 20 *дб*. Полоса пропускаемых частот всего тракта на уровне 6 *дб* состав-

ляет 100—8 000 *гц*. Промежуточная частота 465 *кгц*. В приемнике имеется усиленная автоматическая регулировка усиления, обеспечивающая прием дальних станций на уровне местных.

Питание каскадов преобразователя частоты, гетеродина, усилителя промежуточной частоты и предварительного усилителя низкой частоты приемника осуществляется от одной батареи типа КБС-Л-0,5 напряжением 4,5 *в* при потреблении тока не более 5,5—6,5 *ма*, а питание оконечного каскада — от трех параллельно соединенных батарей КБС-Л-0,5. Ток покоя оконечного каскада около 10—20 *ма*, а при максимальной неискаженной мощности, равной 0,35 *вт*, ток, потребляемый от батареи, не превышает 120—130 *ма*. Оконечный каскад может работать и от четырех соединенных последовательно батарей типа «Сатурн» (1,6-ФМЦ-У-3,2). В этом случае максимальная мощность на выходе возрастает до 0,6 *вт* при потреблении тока 160—170 *ма*. При ежедневной работе по 2—3 *ч* комплекта батарей хватает более чем на месяц.

Размеры приемника 250×170×140 *мм*. Его вес с комплектом батарей не превышает 4 *кг*.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Схема приемника приведена на рис. 2. Его входные цепи состоят из одиночных резонансных контуров $L_1C_2C_7$ (средние волны) и $L_2C_2C_8$ (длинные волны). Настройка на частоту принимаемого сигнала осуществляется конденсатором C_2, подключаемым к катушкам с помощью секции $П_{1а}$ переключателя диапазонов. Связь контуров с антенной емкостная, а с входом смесителя (базой транзистора T_1) — автотрансформаторная. Отводы от катушек L_1 и L_2 коммутируются секцией переключателя $П_{1б}$. Конденсатор C_{14}—разделительный.

Для частоты сигнала транзистор смесительного каскада включен по схеме с общим эмиттером, а для частоты гетеродина — по схеме с общей базой. Напряжение гетеродина, снимаемое с катушек связи L_5 и L_8 через развязывающие сопротивления R_6 и R_8, подводится к эмиттеру транзистора T_1.

Нагрузкой смесителя служит двухконтурный полосовой фильтр (L_9C_{16} и $L_{10}C_{19}$) с емкостной связью. Элементом связи является конденсатор C_{17}. В отличие от одиночного контура полосовой фильтр обладает не только лучшей избирательностью для усиливаемых сигналов, но также дает возможность резко уменьшить амплитуду напряжения гетеродина, попадающего на вход первого каскада усилителя промежуточной частоты в диапазоне длинных волн. При использовании одиночного контура это напряжение оказывается настолько большим, что детектируется входной цепью транзистора T_8, в результате чего уменьшаются ток его коллектора и коэффициент усиления.

Транзистор смесителя работает при напряжении на коллекторе 1—1,5 *в* и токе коллектора 0,6—0,9 *ма*. Такой режим дает возможность резко уменьшить собственные шумы транзистора при сравнительно полном сохранении его усилительных свойств. В цепь питания транзистора T_1 включен развязывающий фильтр $R_{12}C_{15}$, устраняющий возможность возникновения паразитной связи смесителя с другими каскадами приемника через источник питания.

Температурная стабилизация режима работы транзистора T_1 обеспечивается комбинированной обратной связью по постоянному току: параллельной (сопротивления R_9 и R_{12}) и последовательной (сопротивления R_{10} и R_{11}) связью. Параллельная обратная связь стабилизирует величину постоянного напряжения на коллекторе, а последовательная — ток коллектора.

В смесителе, а также в каскадах усиления промежуточной частоты (УПЧ) с целью экономии конденсаторов и сопротивлений последовательная обратная связь по постоянному и переменному токам принята одинаковой. Ее глубина, определяемая необходимостью получения стабильной работы УПЧ, недостаточна для обеспечения жесткой стабилизации режимов работы транзисторов. Поэтому в случаях, когда параметры транзисторов резко отличаются от установленных в схему, необходима подгонка режимов их работы.

Отдельный гетеродин приемника выполнен на транзисторе T_2. Наличие отдельного гетеродина позволяет упростить настройку приемника и выбрать оптимальные режимы как для смесителя, так и для гетеродина. Транзистор T_2 включен по схеме с общим эмиттером и работает при напряжении на коллекторе 3,2—3,8 *в* и токе коллектора 0,4—0,6 *ма*. Температурная стабилизация режима работы обеспечивается глубокой последовательной отрицательной обратной связью по постоянному току (сопротивления R_1—R_4), благодаря чему в схеме можно использовать транзисторы с разбросом по коэффициенту усиления β от 35 до 200 без какой-либо подгонки указанных сопротивлений.

По переменному току гетеродин охвачен отрицательной обратной связью (сопротивление R_3), которая позволяет получить устойчивую генерацию при использовании в его схеме транзисторов с большим разбросом параметров.

В диапазоне средних волн колебательный контур гетеродина состоит из катушки L_3, сопрягающего конденсатора C_{10}, подстроечного конденсатора C_9 и конденсатора переменной емкости C_3. На длинных волнах в работе участвуют катушка L_6 и конденсаторы C_{11}, C_{12} C_{13} и C_3. Коммутация катушек осуществляется секцией $П_{1д}$ переключателя диапазонов. Связь колебательных контуров гетеродина с коллектором транзистора T_2 трансформаторная. Элементами связи являются катушки L_4 и L_7, коммутируемые секцией $П_{1г}$. Напряжение положительной обратной связи с катушек L_5 и L_8 подводится к базе транзистора T_2 с помощью секции $П_{1е}$ переключателя. Для улучшения формы кривой и получения требуемой амплитуды колебаний в цепь катушек положительной обратной связи включены сопротивления R_5 и R_7.

Усилитель промежуточной частоты приемника трехкаскадный на транзисторах T_4—T_6. Все они включены по схеме с общим эмиттером. В цепи коллекторов этих транзисторов включены резонансные контуры $L_{12}C_{23}$, $L_{14}C_{27}$ и $L_{16}C_{29}$. Связь между отдельными усилительными каскадами и детектором трансформаторная. Каждый каскад охвачен отрицательной обратной связью по переменному току (сопротивления R_{18}, R_{26} и R_{32}), что позволяет значительно повысить стабильность его работы, не применяя специальной нейтрализации обратной проводимости транзисторов. Транзистор T_4 работает при напряжении на коллекторе 1,2—1,5 *в* и токе коллектора 0,7—0,9 *ма*, а транзисторы T_5 и T_6 при напряжении 4,4 *в* и токе 0,7—0,9 *ма*.

В цепь питания усилителя промежуточной частоты включен развязывающий фильтр, состоящий из дросселя *Др* и конденсатора C_{31}.

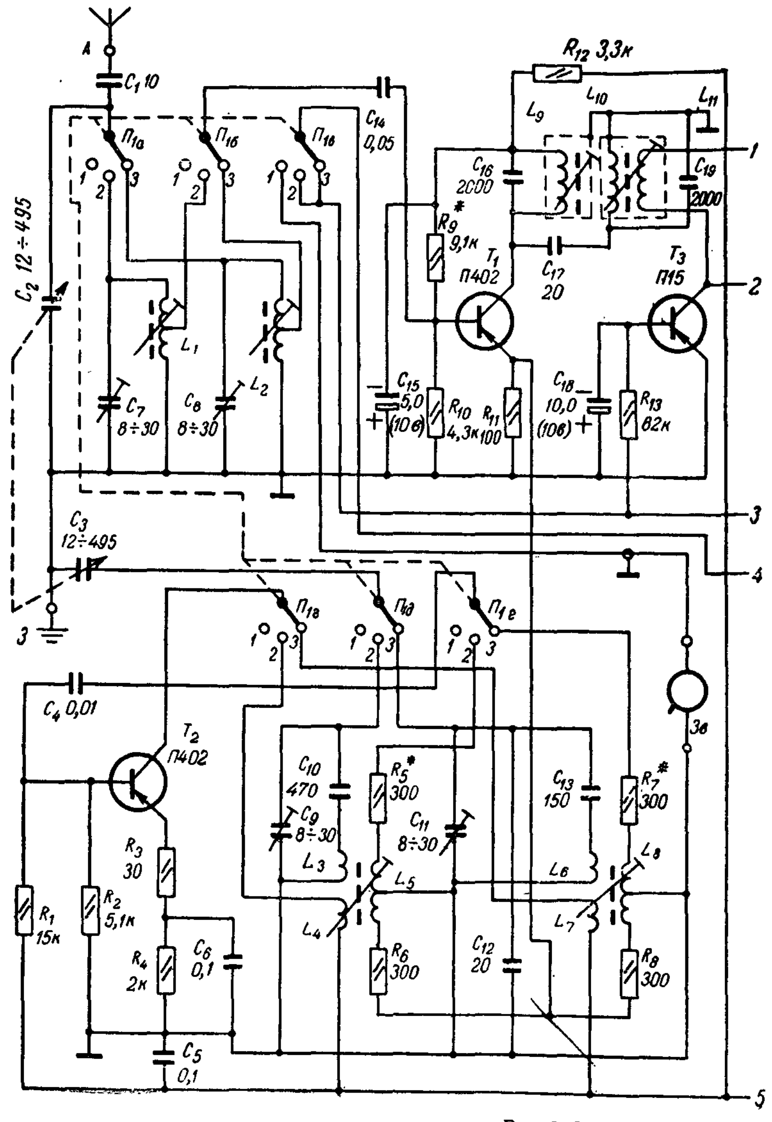


Рис. 2. Принципиальная

Детекторный каскад приемника выполнен на транзисторе T_7, работающим в режиме эмиттерного детектирования. Нагрузкой детектора служит сопротивление R_{33} и конденсатор C_{30}. Такой детектор обладает некоторыми преимуществами по сравнению с диодным детектором. Его входное сопротивление в 5—10 раз выше ди-

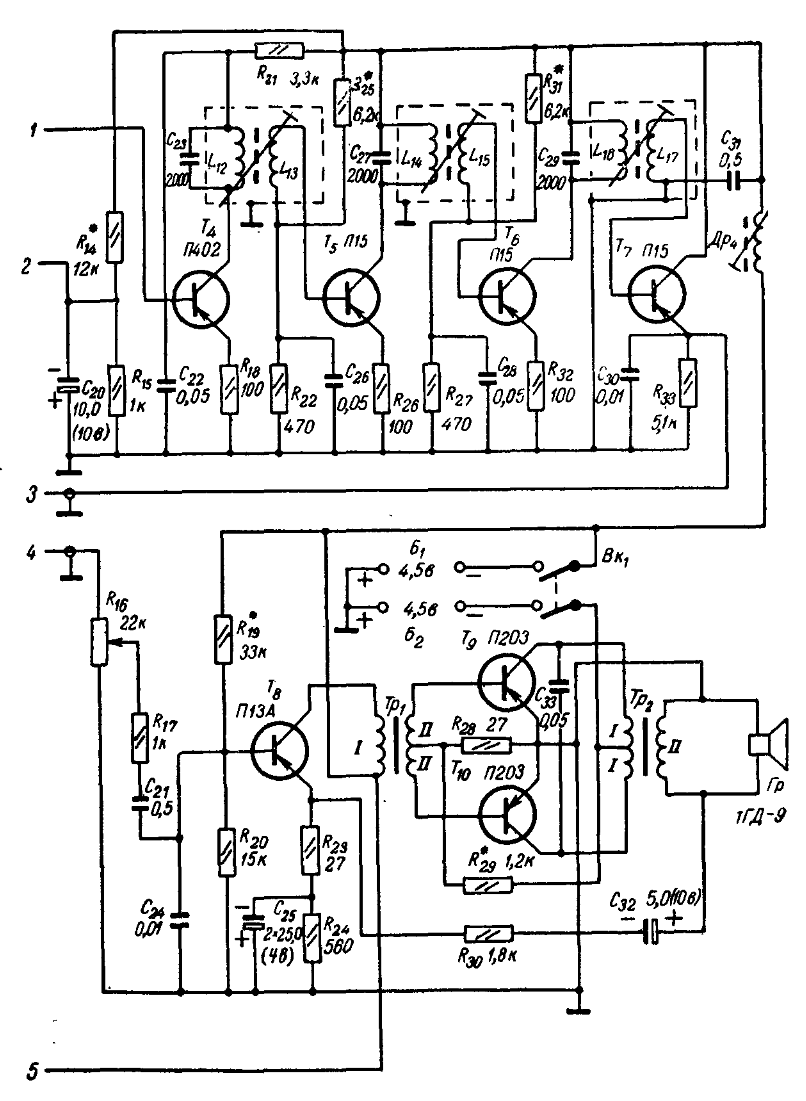


схема приемника.

одного, что позволяет полнее реализовать усилительные свойства третьего каскада усилителя промежуточной частоты и получить с него большее усиление, чем со второго. Такой детектор вносит меньшие нелинейные искажения, особенно при слабых сигналах и усиливает постоянный ток, что облегчает возможность выполнения эффективных схем АРУ.

В схеме приемника имеется усиленная АРУ. Принцип ее действия заключается в следующем. Транзистор T_3, выполняющий функции усилителя постоянного тока, коллекторным и эмиттерным выводами подключен параллельно сопротивлению R_{15}. Отрицательное смещение на его базу подается через сопротивление R_{13} с нагрузки детектора R_{33}. Когда сигнал на входе приемника отсутствует, транзистор T_7 заперт, так как его база замкнута малым активным сопротивлением катушки L_{17} и, следовательно, падение напряжения на сопротивлении R_{33} равно нулю. В этом случае отрицательное смещение на базу транзистора T_3 не подается и его ток коллектора значительно меньше тока, протекающего через сопротивление R_{15} делителя напряжения $R_{14}R_{15}$, включенного в цепь базы транзистора T_4. Поэтому при отсутствии сигнала на входе этот транзистор работает в первоначально заданном режиме, и чувствительность приемника максимальна.

Если на вход приемника подан большой сигнал, то транзистор T_7 откроется, и на его эмиттере появится отрицательный по отношению к шасси потенциал. Разность потенциалов, возникшая на сопротивлении R_{33}, вызовет ток через сопротивление R_{13} и переход база — эмиттер транзистора T_3 и откроет его. Это приведет к увеличению тока коллектора и, следовательно, к уменьшению сопротивления между его коллектором и эмиттером. В результате суммарное сопротивление (по постоянному току) между базой транзистора T_4 и шасси, а также величина напряжения отрицательного смещения уменьшатся. Понизятся ток коллектора транзистора T_4, крутизна его характеристики и коэффициент усиления по напряжению. Все это приведет к снижению общего усиления приемника.

Задержка работы АРУ достигается за счет разницы токов, протекающих через цепь коллектора транзистора T_3, когда смещение на его базе отсутствует, и через сопротивление R_{15}. Чем больше эта разница, тем большее смещение надо подать на базу этого транзистора, для того чтобы его коллекторная цепь стала шунтировать сопротивление R_{15}.

Для предотвращения самовозбуждения усилителя промежуточной частоты по петле АРУ база и коллектор T_3 заблокированы по промежуточной и звуковой частотам конденсаторами C_{18} и C_{20}.

Низкочастотный усилитель приемника содержит два каскада на транзисторах T_8—T_{10}. Первый из них работает в режиме *А*, а второй в режиме *В* (с небольшим начальным смещением). Транзисторы обоих каскадов включены по схеме с общим эмиттером.

Первый каскад собран на транзисторе T_8, работающем при токе коллектора 1,5—1,8 *ма* и напряжении 3,4—3,7 *в*. В его входную цепь включены сопротивление R_{17} и конденсатор C_{21}, которые используются как развязывающий фильтр на частоте 465 *кгц*, а также для снижения усиления в области высших звуковых частот. Со вторым (оконечным) каскадом он связан через согласующий трансформатор Tp_1.

Оконечный двухтактный каскад выполнен на транзисторах T_9 и T_{10}, работающих при напряжении на коллекторах 4,5 или 6 *в* и токах покоя (без сигнала на входе) 3—10 *ма*. При максимальном сигнале (на пороге ограничения) токи коллекторов каждого из транзисторов равны 60—65 *ма* при напряжении батареи 4,5 *в* и 80—85 *ма* при напряжении 6 *в*. Напряжение смещения на базы транзисторов снимается с делителя, состоящего из сопротивлений R_{28} и R_{29}. Примененное в оконечном каскаде начальное смещение позволяет резко уменьшить характерные для режима *В* искажения, вызываемые нелинейностью характеристик транзисторов в области малых токов. Нагрузкой оконечного каскада служит сопротивление звуковой катушки громкоговорителя *Гр*, подключенного через выходной согласующий трансформатор Tp_2.

Для улучшения частотной характеристики и уменьшения нелинейных искажений усилителя низкой частоты оба его каскада охвачены общей отрицательной обратной связью, напряжение которой с обмотки *II* трансформатора Tp_2 через разделительный конденсатор C_{32} и сопротивление R_{30} подается на эмиттер транзистора T_8. Такая обратная связь увеличивает входное и уменьшает выходное сопротивление усилителя. Это позволяет повысить эффективность работы детектора и динамического громкоговорителя.

Питание предоконечного и оконечного каскадов усилителя осуществляется от разных батарей. Первый из них получает питание от батареи $Б_1$, а второй от батареи $Б_2$. Такое раздельное питание каскадов усилителя низкой частоты позволяет повысить устойчивость его работы и уменьшить нелинейные искажения, когда питающие батареи заметно разряжены.

ДЕТАЛИ ПРИЕМНИКА

В приемнике применены, в основном, готовые детали. Сопротивления можно брать типов УЛМ или МЛТ-0,5. Переменное сопротивление используется типа СП-1 группы Б или В, а конденсаторы типов КСО и КТК, МБМ и ЭМ (электролитические малогабаритные). Сдвоенный конденсатор переменной емкости применен от приемника «Восток». Подстроечные конденсаторы выбраны типа КПК-1. Двухплатный переключатель диапазонов на три положения можно выбрать любого типа.

К самодельным деталям относятся: катушки, трансформаторы, шасси, монтажные панели блоков, экраны, верньерное устройство настройки приемника, шкала и др.

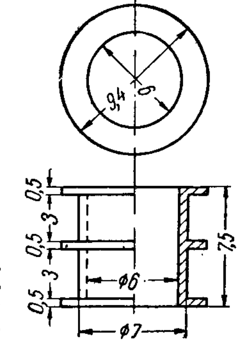


Рис. 3. Каркасы для катушек L_1—L_8.

Катушки L_1—L_8 наматывают на каркасах, изготовленных из полистирола, органического стекла или из электрокартона в соответствии с рис. 3. Каркасы с катушками помещают в броневые сердечники типа СБ-1а. Катушку L_1 (15+80 витков, провод ПЭВ 0,1) наматывают сначала в одной секции (15+35 витков), а потом остальные витки в другой. Катушку L_2 (20+295 витков, ПЭВ 0,1) наматывают аналогично L_1, расположив 20+140 витков в первой секции и 150 витков во второй. Начала катушек долж-

ны быть присоединены к заземляющей шине, а отводы к секции $П_{16}$ переключателя диапазонов.

Катушки L_3—L_5 наматывают на одном каркасе. Намотку L_3 (68 витков, ПЭВ 0,2) и L_4 (22 витка, ПЭВ 0,1) начинают в два провода, заполняя равномерно сначала одну, а затем и вторую секции. После этого наматывают катушку L_5 (4+6 витков, ПЭВ 0,12) в один ряд, располагая 4 витка в первой секции, а 6 витков во второй.

Катушки L_6—L_8 также наматывают на одном каркасе. Намотка L_6 (155 витков, ПЭВ 0,12) и L_7 (25 витков, ПЭВ 0,1) производится аналогично катушкам L_3 и L_4, а L_8, так же, как катушки L_5. Начала катушек L_3 и L_6 присоединяют к заземляющей шине, L_4 и L_7 к минусовой шине батареи $Б_1$, а L_5 и L_8 к сопротивлениям R_5 и R_7 соответственно.

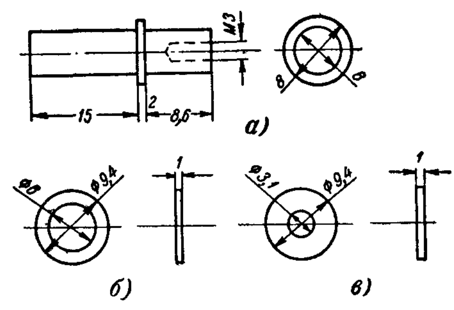


Рис. 4. Детали приспособления для намотки катушек L_9—L_{17}.

Катушки L_9—L_{17} каркасов не имеют. Для их намотки необходимо приспособление, состоящее из цилиндрической оси и двух шайб (рис. 4), изготовленных из латуни, стали или другого материала. Перед намоткой той или иной катушки одну из шайб (рис. 4,*б*) надевают на ось (рис. 4,*а*), а другую шайбу (рис. 4,*в*) привинчивают к торцу оси. Ось укрепляют в станке для намотки катушек или в дрели. В промежутке между шайбами ось обертывают двумя слоями тонкой бумаги, смазанной вазелином. Им же смазывают и внутренние поверхности шайб. Витки катушки укладывают плотно, скрепляя каждый слой клеем (раствор полистирола или органического стекла в дихлорэтане). После просушки в течение 1—2 *ч* при комнатной температуре готовую катушку осторожно снимают с оси, пинцетом вынимают из нее бумажную гильзу и помещают катушку в броневой сердечник типа СБ-1а, половинки которого склеивают затем клеем БФ-2.

Катушки L_9, L_{10}, L_{12}, L_{14} и L_{16} (каждая по 56 витков, индуктивность 59 *мкгн*) наматываются рядами проводом ЛЭШО 12×0,07, а L_{11} (10 витков), L_{13} (8 витков), L_{15} (8 витков) и L_{17} (56 витков, индуктивность 59 *мкгн*) — внавал проводом ПЭВ 0,1.

Дроссель $Др_1$ наматывают на каркасе (рис. 3) внавал (до заполнения каркаса) проводом ПЭВ 0,1 и помещают его в броневой сердечник типа СБ-1а.

Трансформатор $Тр_1$ собирают на сердечнике из пермаллоевых пластин Ш-7 (окно 6×20 *мм*, пакет 7 *мм*), а $Тр_2$ — на сердечнике из пластин Ш-12 (окно 8×28 *мм*, пакет 15 *мм*). Для этих сердечников можно использовать и пластины из трансформаторной стали, но в этом случае нижние частоты будут воспроизводиться хуже. Каждый трансформатор наматывают на каркасе, изготовленном из гетинакса или из плотного тонкого картона. У трансформатора $Тр_1$ сначала наматывают половину обмотки *I*, затем всю обмотку *II*

Рис. 5. Детали верньерного устройства.

(в два провода) и после этого вторую половину обмотки *I*. При такой намотке индуктивность рассеяния получается небольшой, что улучшает воспроизведение на верхних частотах. После намотки конец половины обмотки *I* соединяют с началом ее второй половины. Точно так же соединяют и секции обмотки *II*. Обмотка *I* трансформатора $Тр_1$ состоит из 1 600 витков провода ПЭВ 0,12 (сопротивление постоянному току 150 *ом*), обмотка *II* этого же трансформатора — из 2×320 витков ПЭВ 0,17 (сопротивление постоянному току 2×15 *ом*). У трансформатора $Тр_2$ сначала наматывают половину обмотки *II*, затем всю обмотку *I* (в два провода) и после этого вторую половину обмотки *II*. После намотки конец половины обмотки *II* соединяют с началом ее второй половины. Таким же образом соединяют секции обмотки *I*. Обмотка *I* трансформатора $Тр_2$ содержит 2×160 витков (сопротивление постоянному току 2×2 *ом*), а обмотка *II* — 88 витков (сопротивление постоянному току менее 1 *ом*) провода ПЭВ 0,55.

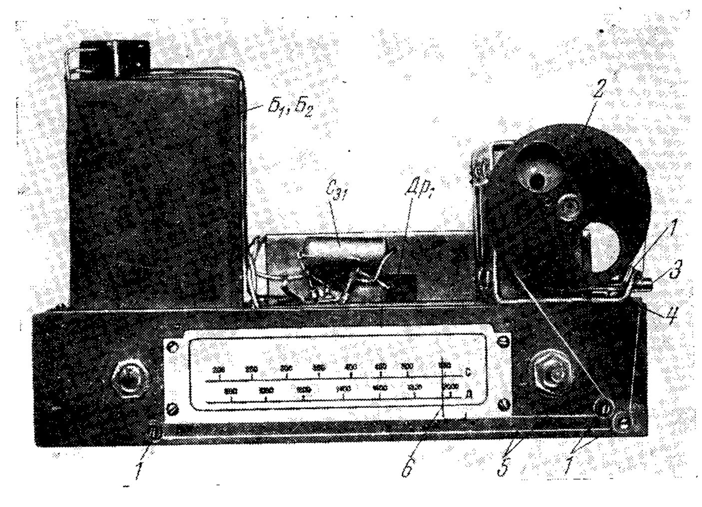


Рис. 6. Верньерное устройство приемника (вид спереди).
1 — ролики; *2* — шкив; *3* — ось привода; *4* — угольник; *5* — капроновая нить; *6* — стрелка.

Верньерное устройство приемника состоит из шкива, укрепленного на оси ротора конденсаторов настройки, и двух роликов с приводной осью, укрепленных на шасси при помощи угольника. Вращение передается от приводной оси к шкиву капроновой нитью с закрепленной на ней стрелкой-указателем. Это устройство дает замедление в 15 раз.

Основные детали верньерного устройства показаны на рис. 5. Ролики (рис. 5,*а*) изготавливают из стали, латуни или гетинакса, а шкив (рис. 5,*б*) — из гетинакса или текстолита. В центральное отверстие шкива запрессовывают стальную втулку. Приводную ось (рис. 5,*в*) вытачивают из стального прута диаметром 6 *мм*. Уголь-

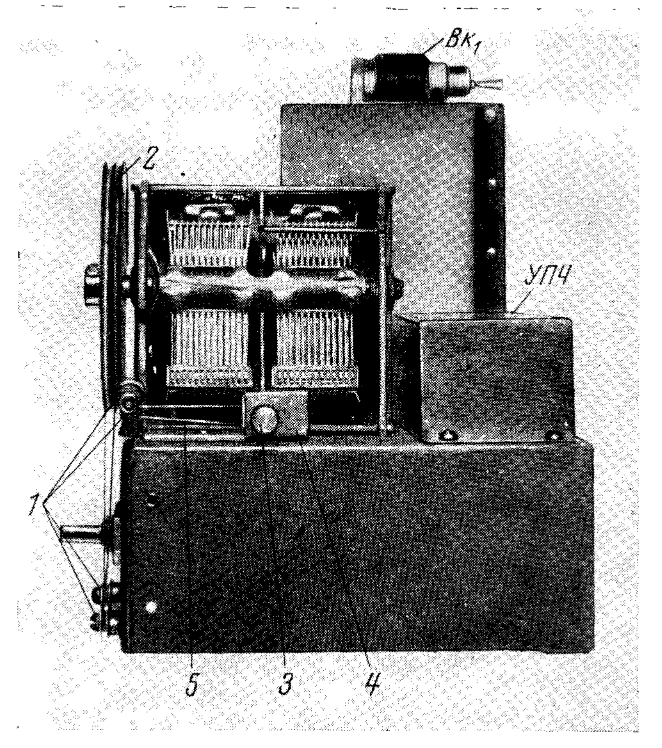


Рис. 7. Верньерное устройство приемника (вид сбоку). Обозначения деталей верньерного устройства те же, что и на рис. 6.

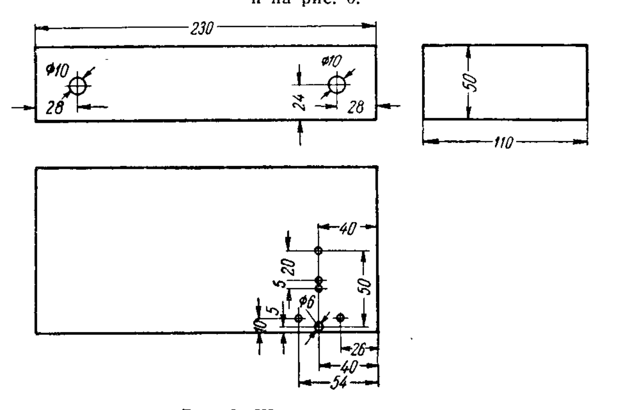


Рис. 8. Шасси приемника.

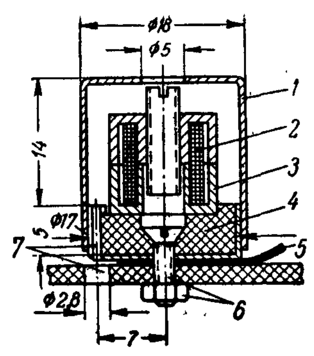


Рис. 9. Конструкция установленных в приемнике катушек L_9—L_{17}.

1 — экран; *2* — катушка; *3* — броневой сердечник; *4* — изоляционная прокладка из гетинакса; *5* — контакт для соединения экрана с шасси; *6* — крепежный болт; *7* — отверстия для выводов катушки.

ник (рис. 5,*г*), на котором закрепляют два ролика и приводную ось, выполняют из листовой стали толщиной 1,5 *мм*. Собранное верньерное устройство показано на рис. 6 и 7.

Шкалу изготавливают из текстолита или другого материала, на который наклеивают лист фотобумаги (эмульсией вниз). Деления наносят цветной тушью после окончания настройки приемника.

Шасси приемника можно изготовить из алюминия, дюралюминия или стали толщиной 1,5 *мм*. Его размеры указаны на рис. 8.

Экраны для катушек усилителя промежуточной частоты делают из листовой латуни или алюминия толщиной 0,5 *мм*. В качестве таких экранов можно использовать корпусы от электролитических конденсаторов диаметром 16 *мм*. Конструкция экрана с катушкой, прикрепленного к шасси, показана на рис. 9. Сердечник катушки приклеен к изоляционной прокладке клеем БФ-2.

Монтажные панели преобразовательного каскада (рис. 10) усилителя промежуточной частоты (рис. 11) и усилителя низкой частоты (рис. 12) нужно изготовить из листового гетинакса или текстолита толщиной 2—2,5 *мм*. Многочисленные отверстия (диаметром 2—2,5 *мм*) в них предназначены для заклепок (пистонов), используемых при монтаже для крепления и соединения различных деталей. Пистоны можно изготовить из медной или латунной трубки, разрезав ее на отрезки на 0,5—1 *мм* больше толщины материала, из которого изготовлены панели блоков.

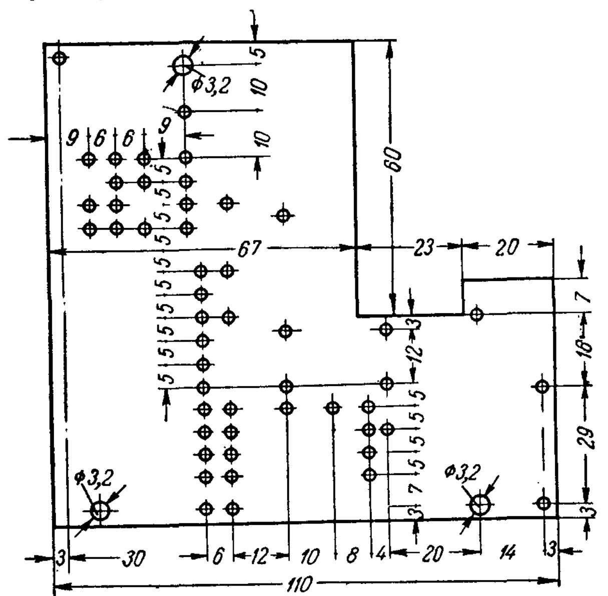


Рис. 10. Панель для преобразовательного каскада приемника.

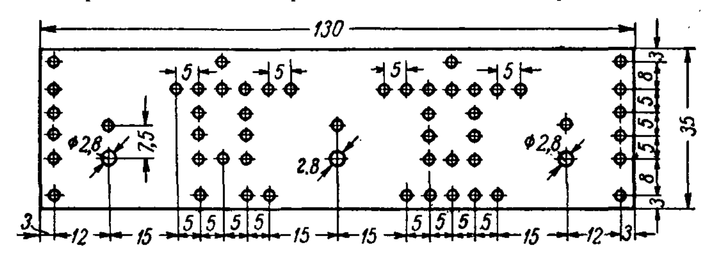


Рис. 11. Панель для усилителя промежуточной частоты приемника.

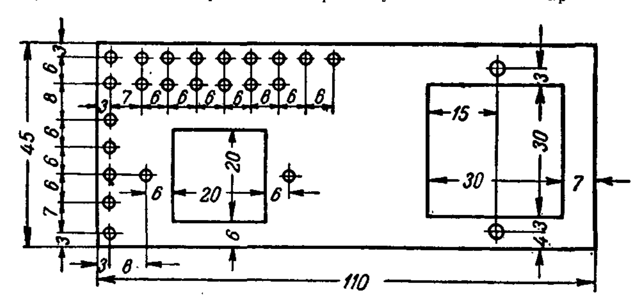


Рис. 12. Панель для усилителя низкой частоты приемника.

КОНСТРУКЦИЯ И МОНТАЖ

Как уже говорилось, преобразователь, усилитель промежуточной частоты и усилитель низкой частоты смонтированы на отдельных панелях. На рис. 13 показаны конструкция и монтаж усилителя низкой частоты. Трансформатор $Тр_2$ прикрепляют к панели двумя стягивающими сердечник винтами, а трансформатор $Тр_1$ и транзисторы $Т_9$ и $Т_{10}$ приклеивают клеем БФ-2. Крепление остальных деталей осуществляется с помощью собственных выводов. Переменное сопротивление R_{16} (регулятор громкости) крепят на шасси приемника.

На рис. 14 показан блок усилителя промежуточной частоты без дросселя $Др_1$ и конденсатора C_{31}, которые крепят на шасси приемника, а на рис. 15 приведены конструкция и монтаж смесителя и гетеродина с катушками L_9, L_{10}, L_{11} и конденсаторами C_{16}, C_{17}, C_{19} полосового фильтра. Броневые сердечники катушек L_1—L_8 приклеивают клеем БФ-2. Конденсаторы C_7, C_8, C_9 и C_{11} закрепляют на плате винтами или тоже приклеивают. Конденсатор переменной ем-

кости и переключатель диапазонов прикрепляют непосредственно к шасси приемника.

Для монтажных заземляющих шин используют медный луженый или посеребреный провод диаметром 1—1,5 *мм.* Остальные соединения (между пистонами) делают проводом 0,4—0,5 *мм.* Межблочные соединения выполняют гибким проводом в хлорвиниловой изоляции.

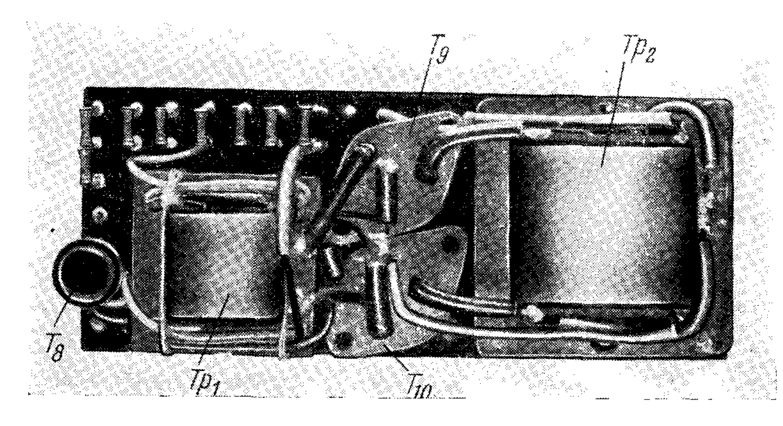


Рис. 13. Смонтированная панель усилителя низкой частоты.

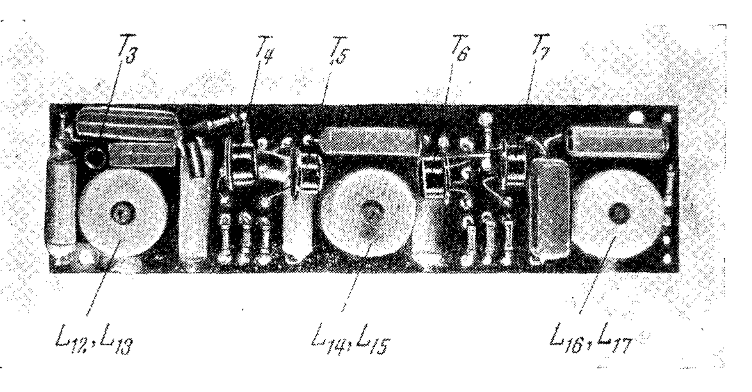


Рис. 14. Смонтированная панель усилителя промежуточной частоты.

Все перечисленные блоки устанавливают на шасси приемника. В подвале шасси (рис. 16) крепят блоки смесителя и гетеродина, усилителя низкой частоты, а также переключатель диапазонов и регулятор громкости. Сверху на шасси устанавливают блок усилителя промежуточной частоты (справа от конденсаторов настройки, как показано на рис. 7). После налаживания его закрывают общим экраном. Сверху же крепят и конденсаторы настройки, дроссель $Др_1$,

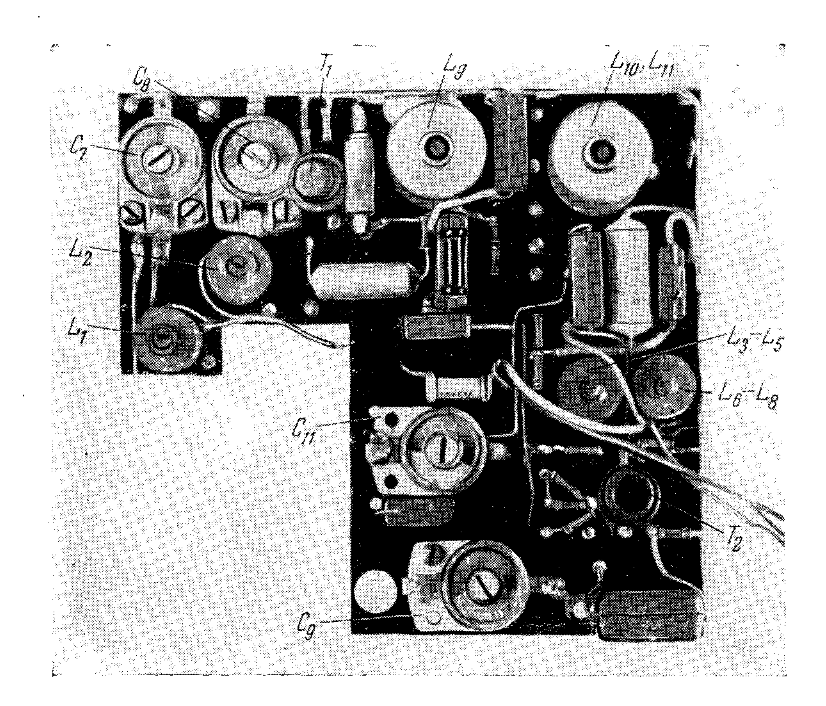


Рис. 15. Смонтированная панель смесителя и гетеродина.

конденсатор C_{31} и кожух с батареями питания, на котором установлен выключатель $Вк_1$. В кожухе должны быть предусмотрены изолированные контакты для подключения отрицательных выводов батарей. Вторые их выводы (положительные) присоединяют непосредственно к кожуху, имеющему контакт с шасси приемника.

Лицевую стенку приемника изготавливают из фанеры толщиной 5—6 *мм,* и прикрепляют ее к шасси с помощью металлических угольников. В ней вырезают отверстия для громкоговорителя и шкалы. Внешнюю сторону стенки оклеивают декоративной радиотканью. Отверстие для шкалы закрывают защитным стеклом с металлическим или пластмассовым наличником.

Футляр приемника изготовлен из листового алюминия толщиной 1,5 *мм.*

Стык располагают в середине нижней стенки футляра, скрепляют его при помощи заклепок и алюминиевой ленты шириной 20 *мм.* Кант, обрамляющий лицевую стенку, изготавливают следующим образом. Перед тем как из листового материала согнуть кожух, вдоль передней стороны листа перегибают полоску шириной 12 *мм* и вырезают в ней в местах сгиба уголки так, чтобы при сгибании стенок футляра места выреза сомкнулись. После этого в футляре сверлят необходимые отверстия, зачищают его, шпаклюют и окрашивают молотковой эмалью.

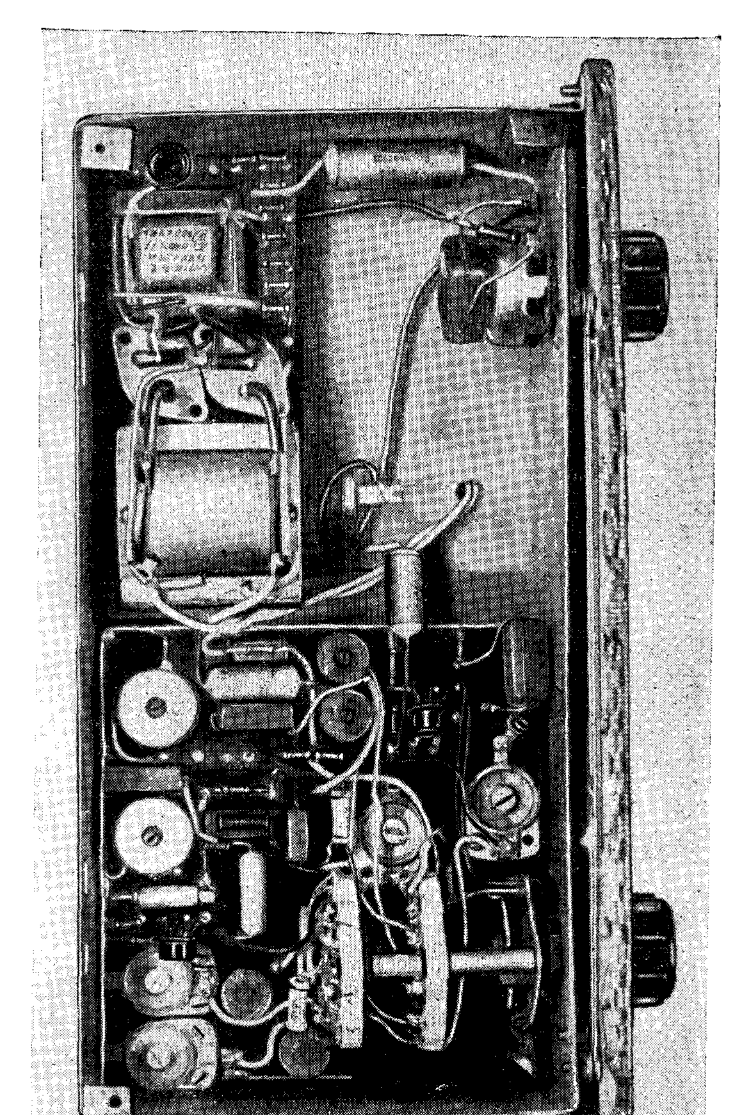


Рис. 16. Вид (снизу) на монтаж приемника.

135—2

НАЛАЖИВАНИЕ ПРИЕМНИКА

Сначала надо наладить низкочастотную часть приемника. Для этого желательно иметь авометр, звуковой генератор, ламповый вольтметр и осциллограф. Такие приборы обычно имеются в радиоклубах и радиокружках. Источники питания должны быть свежими, так как только в этом случае можно получить приведенные ниже данные по настройке.

Налаживание начинают с проверки режимов работы (по постоянному току) транзисторов T_8—T_{10}. Перед этим необходимо разъединить цепь отрицательной обратной связи (сопротивление R_{30} и конденсатор C_{32}). Напряжения между коллектором и эмиттером транзисторов T_8, T_9 и T_{10} должны быть соответственно 3,4—3,8 *в*, 4,5 *в* и 4,5 *в*, а токи в цепях коллекторов 1,5—1,8 *ма*, 3—10 *ма* и 3—10 *ма*. Если коллекторные токи транзисторов T_9 и T_{10} превышают указанные значения, то надо увеличить сопротивление R_{29}, а если эти токи меньше указанных, то сопротивление R_{29} следует уменьшить. Коллекторный ток транзистора T_8 устанавливается подбором сопротивления R_{19}.

Затем проверяют работу выходного каскада на переменном токе. Для этого к обмотке *II* трансформатора $Тр_2$ подключают громкоговоритель или сопротивление 8 *ом*, а обмотку *I* трансформатора $Тр_1$ отключают от коллектора транзистора T_8 и через сопротивление в 10—15 *ком* подают на нее напряжение от звукового генератора частотой 1 *кгц*. Параллельно этой обмотке подключают ламповый вольтметр и напряжение от генератора доводят до 1—1,5 *в*. При этом, если транзисторы исправны, а обмотки трансформаторов соединены правильно и в них нет короткозамкнутых витков, то на экране осциллографа, подключенного к выходу усилителя, будет наблюдаться синусоидальное напряжение. При дальнейшем увеличении напряжения от генератора форма выходного напряжения начнет искажаться, появятся ограничения, вызванные отсечкой коллекторных токов. На пороге ограничения напряжение на выходе должно быть 1,65 *в*, что соответствует выходной мощности 0,35 *вт*. При этом коллекторный ток каждого из транзисторов T_9 и T_{10} должен быть 55—65 *ма*.

При использовании в оконечном каскаде транзисторов П201, П202 или П4 их надо подбирать парами для того, чтобы уменьшить нелинейные искажения. Подбор этих транзисторов можно считать удовлетворительным, если их начальные токи (когда сигнал отсутствует) различаются не более, чем на 10—20%, а ограничения положительной полуволны напряжения на выходе наступают позже отрицательной при увеличении (или уменьшении) напряжения на входе на 10—15%.

Далее проверяют частотную характеристику выходного каскада. Завал характеристики на частоте 100—150 *гц* не должен превышать 3 *дб*.

После проверки выходного каскада коллектор транзистора T_8 соединяют с обмоткой трансформатора и проверяют работу усилителя в целом. На базу транзистора T_8 через разделительный конденсатор в 0,5—1 *мкф* подают от звукового генератора напряжение частотой 1 *кгц*. Нормально работающий усилитель при входном напряжении 10—20 *мв* должен дать на выходе максимальную неискаженную мощность порядка 0,35 *вт*. Если при этом одна из полу-

волн выходного тока будет ограничена, то нужно увеличить ток коллектора транзистора T_8. Затем восстанавливают цепь отрицательной обратной связи. При этом напряжение на выходе должно уменьшиться. Если же напряжение на выходе увеличится или возникнет самовозбуждение, то надо поменять местами выводы обмотки *II* трансформатора $Тр_2$ или обмотки *I* трансформатора $Тр_1$.

Для налаживания усилителя промежуточной частоты с детектором понадобится еще и сигнал-генератор. Сначала, как и при налаживании низкочастотной части приемника, надо проверить режимы работы транзисторов T_3—T_7. Напряжения между коллектором и эмиттером транзисторов T_3, T_4, T_5, T_6 и T_7 должны быть соответственно 0,18—0,25 *в*, 1,2—1,5 *в*, 4,1—4,3 *в*, 4,1—4,3 *в* и 0,18—0,25 *в*, а токи в цепях коллекторов 0,02—0,05 *ма*, 0,7—0,9 *ма*, 0,7—0,9 *ма*, 0,7—0,9 *ма* и 0,002—0,007 *ма*. Коллекторные токи транзисторов устанавливают подбором сопротивлений R_{14}, R_{25} и R_{31}. Ток коллектора транзистора T_4 устанавливают при замыкании его базы с коллектором транзистора T_3.

Затем разрывают цепь автоматической регулировки усиления, отсоединив для этого сопротивление R_{13} от нагрузки детектора (сопротивление R_{33}) и присоединив его к шасси, и приступают к настройке контуров промежуточной частоты. Для этого размыкают цепь базы транзистора T_4 и подключают к ней сигнал-генератор через трансформатор, который изготавливают на броневом сердечнике СБ-1а. Первичная и вторичная обмотки этого трансформатора имеют по 40 витков провода ПЭВ 0,15. Первичная обмотка подключается к сигнал-генератору, а вторичная к базе транзистора T_4 и к коллектору транзистора T_3. Катушка L_{11} при этом должна быть отключена. Такой трансформатор необходим для того, чтобы не нарушать режим работы транзистора T_3 по постоянному току. Подавая с сигнал-генератора немодулированное напряжение (порядка 1 *мв*) частотой 465 *кгц*, настраивают последовательно на эту частоту контуры $L_{12}C_{23}$, $L_{14}C_{27}$ и $L_{16}C_{29}$ по наибольшему показанию лампового вольтметра, подключаемого поочередно к коллекторам (и шасси) транзисторов T_4, T_5 и T_6. При необходимости подбирают емкости конденсаторов C_{23}, C_{27} и C_{29} таким образом, чтобы получить резонанс в непосредственной близости от частоты 465 *кгц* при среднем положении подстроечника СБ-1а.

После этого ламповый вольтметр подключают параллельно сопротивлению R_{33} и, подавая от генератора модулированное напряжение (глубина модуляции 30%) порядка 400—800 *мкв* той же частоты (465 *кгц*), подстраивают весь усилитель по максимуму звукового сигнала. Затем проверяют усиление каждого каскада ламповым вольтметром с входной емкостью 10—15 *пф*. Напряжения (немодулированные) на коллекторах транзисторов T_4, T_5 и T_6 при этом должны быть соответственно 2,5—3,2 *мв*, 15—20 *мв* и 1 *в*, а напряжение низкой частоты на сопротивлении R_{33} должно быть около 0,25 *в*.

Если окажется, что усиление какого-либо каскада недостаточно, то увеличить его можно, подключив параллельно сопротивлениям R_{18}, R_{26} и R_{32} конденсаторы емкостью по 0,05 *мкф*. При слишком большом усилении усилитель промежуточной частоты может возбудиться. В этом случае в один из контуров промежуточной частоты (лучше в контур с более острой настройкой) надо ввести (подключить параллельно) сопротивление порядка 15—50 *ком*.

Настроив усилитель промежуточной частоты, включают сопротивление R_{13} и проверяют действие АРУ. От сигнал-генератора на базу транзистора T_4 подают немодулированные напряжения 50 *мкв*, 100 *мкв*, 200 *мкв*, 330 *мкв*, *1 мв*, 3,3 *мв*, 10 *мв*, 33 *мв* и 80 *мв*. При этом напряжения на коллекторе транзистора T_6 должны быть соответственно порядку 40 *мв*, 80 *мв*, 150 *мв*, 230 *мв*, 500 *мв*, 620 *мв*, 680 *мв*, 880 *мв* и 1,6 *в*. Установить тот или иной порог срабатывания системы автоматической регулировки усиления можно путем изменения величины сопротивления R_{13}.

Налаживание смесителя и гетеродина тоже начинают с проверки режима работы транзисторов T_1 и T_2. Напряжения между коллектором и эмиттером этих транзисторов должны быть соответственно 1—1,5 *в* и 3,2—3,8 *в* при токах коллекторов 0,6—0,9 *ма* и 0,45—0,55 *ма*. Эти токи устанавливают подбором сопротивлений R_9 и R_1. При проверке режима работы транзистора T_2 надо разомкнуть цепь положительной обратной связи, отключив для этого конденсатор C_4 от базы этого транзистора.

Далее настраивают на частоту 465 *кгц* контуры полосового фильтра L_9C_{16} и $L_{10}C_{19}$. Для этого цепь с конденсатором C_{14} соединяют от секции переключателя диапазонов $П_{16}$ и подключают ее к сигнал-генератору, а к катушке L_{11} присоединяют ламповый вольтметр и сопротивление в 1 *ком*. Уровень сигнала от генератора устанавливают таким, чтобы напряжение на коллекторе транзистора T_1 при точной настройке не превышало 0,5 *в*. После этого катушку L_{11} подключают к базе транзистора T_4 и к коллектору транзистора T_3 (отключив сопротивление 1 *ком*), ламповый вольтметр к выходу усилителя низкой частоты и, подавая на базу транзистора T_1 от сигнал-генератора напряжение порядка 10—15 *мкв* с глубиной модуляции 30%, настраивают весь тракт промежуточной частоты, добиваясь его устойчивости и чувствительности.

Затем приступают к проверке работы гетеродина. Восстановив цепь положительной обратной связи с конденсатором C_4 и установив переключатель диапазонов в положение *3* (длинные волны), а конденсаторы настройки приемника C_2 и C_3 на максимальную емкость, заменяют (временно) сопротивление R_7 в 300 *ом* сопротивлением в 100 *ом* и подключают ламповый вольтметр к эмиттеру транзистора T_1 (параллельно сопротивлению R_{11}). Если гетеродин возбудился, то на сопротивлении R_{11} должно быть напряжение не менее 80—120 *мв*. Если же возбуждение отсутствует, то надо поменять местами выводы катушки L_8. После этого подбирают сопротивление R_7 таким, чтобы напряжение на нем было около 80 *мв*. Затем, изменяя емкость конденсаторов настройки, проверяют напряжение гетеродина на всем диапазоне частот. Если на верхних частотах диапазона гетеродин перестает работать, то надо уменьшить сопротивление R_7 (до появления колебаний). Это сопротивление должно иметь величину, несколько меньшую того значения, при котором начинается генерация, так как только в этом случае форма колебаний гетеродина будет наиболее близкой к синусоидальной.

Наладив работу гетеродина, надо снова установить конденсаторы настройки на максимальную емкость (нижний предел длинноволнового диапазона), на базу транзистора T_1 подать от сигнал-генератора модулированное напряжение порядка 50 *мкв* частотой 150 *кгц*, а к выходу усилителя низкой частоты подключить ламповый

вый вольтметр. Установив затем ротор подстроечного конденсатора C_{11} в среднее положение и вращая сердечник катушки L_6, добиваются наибольшего напряжения на выходе приемника.

Если изменением положения сердечника катушки L_6 настроиться на частоту 150 *кгц* не удается, то изменением частоты сигнал-генератора определяют, в какую сторону смещена собственная частота контура гетеродина, и либо увеличивают число витков катушки L_6 (если частота выше), либо вводят зазор в сердечник СБ-1а (если частота ниже). В последнем случае верхнюю половину сердечника СБ-1а отклеивают от нижней (намочив место склейки спиртом) и ножом соскребают внутреннюю часть магнитопровода до получения необходимого зазора (0,3—1 *мм*).

Далее, установив конденсаторы настройки на минимальную емкость (верхний предел длинноволнового диапазона) и подав от сигнал-генератора напряжение частотой 415 *кгц*, также добиваются наибольшего напряжения на выходе путем изменения емкости подстроечного конденсатора C_{11}. После этого надо снова подстроить длинноволновый контур гетеродина на нижнем пределе диапазона, а затем на верхнем, добиваясь наибольшей точности подгонки в нужных границах.

Таким же способом производят проверку и настройку средневолнового контура гетеродина, подбирая при этом сопротивление R_5 и регулируя сердечник катушки L_3 и подстроечный конденсатор C_9 на частотах 520 *кгц* и 1,6 *Мгц* (крайние частоты средневолнового диапазона).

В заключение настраивают входные контуры длинноволнового (L_2C_8) и средневолнового (L_4C_7) диапазонов. Сигнал-генератор в этом случае подключают к входным гнездам приемника, а конденсатор C_{14} присоединяют к секции $П_{16}$ переключателя диапазонов.

Сигнал-генератор настраивают на низшую частоту точного сопряжения 167 *кгц*, устанавливают на его выходе напряжение 100—150 *мкв* с глубиной модуляции 30% и добиваются приема сигнала вращением конденсаторов C_2 и C_3. Вращая затем сердечник катушки L_2, добиваются наибольшего напряжения на выходе приемника. Далее генератор перестраивают на высшую частоту точного сопряжения 402 *кгц*, настраивают на эту частоту приемник и вращением конденсатора C_8 добиваются максимума сигнала на выходе. Затем процесс настройки входного контура повторяют.

После этого, установив генератор на среднюю частоту точного сопряжения 285 *кгц*, настраивают приемник на эту частоту и, поворачивая сердечник катушки L_2, добиваются максимального сигнала на выходе. Если при вращении сердечника катушки L_2 в обе стороны сигнал уменьшается, то значит конденсатор сопряжения C_{13} выбран правильно. Если же для получения наибольшего сигнала на выходе сердечник катушки L_2 приходится ввертывать, то надо увеличить емкость конденсатора C_{13}, присоединив параллельно ему конденсатор емкостью 20—30 *пф*, и повторить затем процесс установки частоты гетеродина и настройки входного контура в соответствии с описанным выше порядком настройки до тех пор, пока входной контур не окажется настроенным на среднюю частоту точного сопряжения.

Аналогичным образом производят настройку и сопряжение входного контура в диапазоне средних волн по частотам точного сопряжения 592, 1 528 и 1 060 *кгц*.

ВАРИАНТ СХЕМЫ УСИЛИТЕЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ

На рис. 17 приведена принципиальная схема усовершенствованного усилителя промежуточной частоты, который в отличие от усилителя, выполненного по схеме на рис. 2, имеет полосовые фильтры, большее (в 4—5 раз) усиление при лучшей устойчивости, лучшую усиленную АРУ с задержкой и большую экономичность по питанию. Во всех его четырех каскадах транзисторы T_2—T_5 включены по схеме с общим эмиттером и работают при токах коллекторов 0,4—0,6 *ма*. Напряжения между коллекторами и эмиттерами и между эмиттерами и заземляющей шиной у каждого из транзисторов T_2, T_3 и T_4 составляют 0,8—1,2 *в* и 0,7—0,9 *в*, а у транзистора T_5 эти напряжения составляют 2,2—2,6 *в* и 1,4—1,7 *в*.

С целью стабилизации коэффициента усиления на переменном токе каждый каскад усилителя промежуточной частоты охвачен автономной обратной связью (сопротивления R_8, R_{13}, R_{16} и R_{18}), которая увеличивает сопротивления и уменьшает емкости входных и выходных цепей транзисторов и тем самым дает возможность снизить их влияние на параметры полосовых фильтров.

В усилителе промежуточной частоты каждому из каскадов усиления с полосовым фильтром (второй и четвертый) предшествуют апериодические каскады (первый и третий). Такое построение схемы усилителя позволяет повысить устойчивость его работы, увеличить усиление и практически полностью исключить взаимное влияние фильтров промежуточной частоты при настройке.

Стабилизация режимов работы транзисторов во всех каскадах усилителя промежуточной частоты обеспечивается глубокими отрицательными обратными связями по постоянному току. Это дает возможность устанавливать в схему транзисторы с большим разбросом их параметров без подгонки режимов работы. В первом и втором каскадах используются автономные комбинированные обратные связи (сопротивления R_3, R_5, R_6, R_8, R_9 и R_{10}—R_{14} соответственно), а в третьем и четвертом — общая отрицательная обратная связь, которая обеспечивается непосредственной связью цепей коллектора транзистора T_4 с базой транзистора T_5 и базы транзистора T_4 с цепью эмиттера транзистора T_5.

Примененная схема стабилизации режимов работы транзисторов имеет ряд преимуществ по сравнению со схемами, использующими автономные обратные связи. Она не требует дополнительного расхода тока от источника питания, так как не имеет делителей напряжения в цепях базы, и позволяет получить более жесткую стабилизацию напряжения на коллекторе транзистора T_4 и тока коллектора транзистора T_5. Схема с общей обратной связью требует также меньшего числа сопротивлений и конденсаторов и позволяет более полно использовать усилительные свойства транзистора T_4, так как его цепь коллектора шунтирует всего одно сопротивление (R_{15}), а у транзистора T_2 их три (параллельно соединенные сопротивления R_7, R_{11} и R_{12}).

Недостатком схемы стабилизации с общей обратной связью является то, что в ней трудно осуществлять АРУ, так как уменьшение тока коллектора в первом каскаде приводит к увеличению тока во втором, а уменьшение тока второго каскада к резкому уменьшению напряжения на коллекторе первого. Поэтому режим работы первого каскада усилителя, используемого в схеме АРУ,

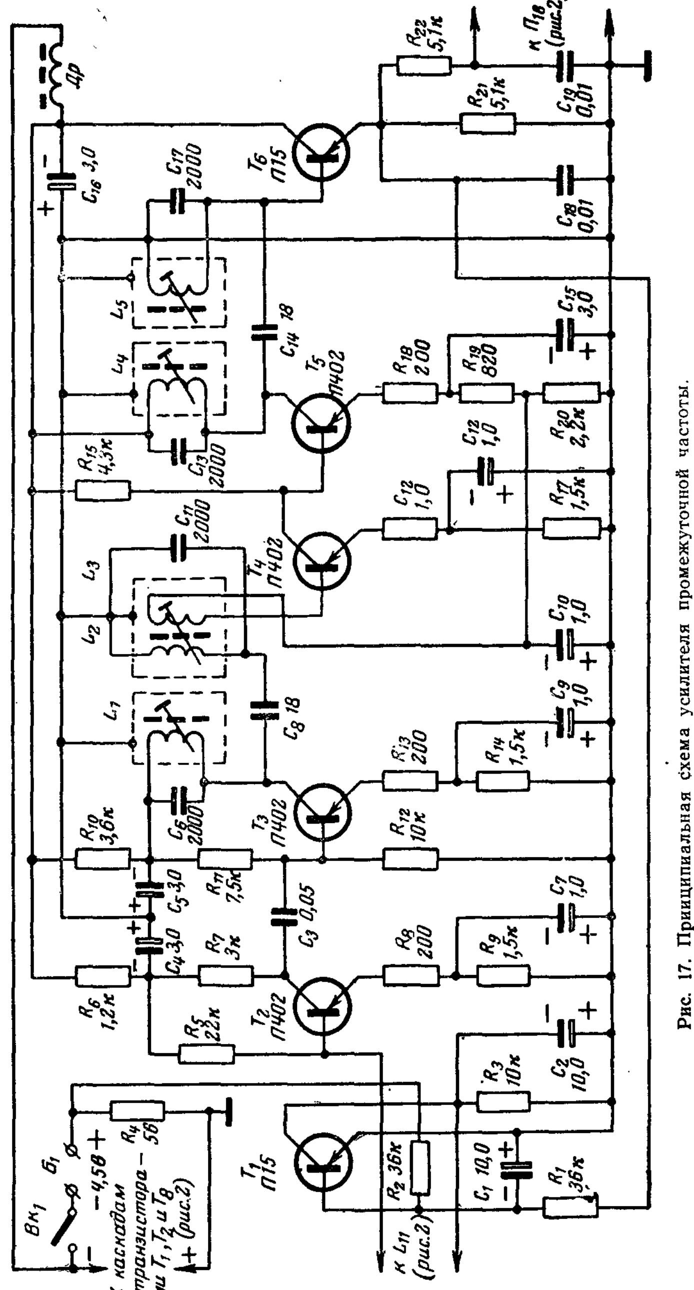


Рис. 17. Принципиальная схема усилителя промежуточной частоты.

стабилизируется автономной обратной связью по постоянному току.

В схеме на рис. 17 транзистор T_1 выполняет функции усилителя постоянного тока в системе АРУ, а транзистор T_6 служит детектором. В отличие от схемы на рис. 2 напряжение задержки АРУ подается на базу транзистора T_1 через сопротивление R_2. Это напряжение, возникающее в результате протекания токов в каскадах смесителя, гетеродина, усилителя промежуточной частоты и предварительного усилителя низкой частоты через сопротивление R_4, запирает транзистор T_1, когда сигнал на входе усилителя промежуточной частоты отсутствует. Так как сопротивления R_1 и R_2 в цепи базы транзистора T_1 одинаковы (по 36 *ком*), то можно считать, что начало работы АРУ будет соответствовать падению напряжения на сопротивлении R_4 (в схеме на рис. 17 оно выбрано в пределах 0,3—0,5 *в*).

Проверка характеристики системы АРУ производится при подведении модулированного (глубина модуляции 30%) напряжения на его вход от сигнал-генератора через трансформатор (с коэффициентом трансформации 1 : 1), изготовляемый так, как это указано на стр. 20). При напряжениях на входе 33 *мкв*, 100 *мкв*, 200 *мкв*, 330 *мкв*, 1 *мв*, 3,3 *мв*, 10 *мв*, 33 *мв* и 100 *мв* продетектированные напряжения на сопротивлении R_{21} должны быть соответственно 0,025 *в*, 0,1 *в*, 0,17 *в*, 0,188 *в*, 0,19 *в*, 0,19 *в*, 0,195 *в*, 0,2 *в* и 0,3 *в*.

Катушки L_1, L_4 и L_5 изготавливаются аналогично катушке L_9 в схеме на рис. 2, а катушки L_2 и L_3 аналогично катушкам L_{10} и L_{11} в этой же схеме.

ВАРИАНТ СХЕМЫ УСИЛИТЕЛЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

На рис. 18 приведена принципиальная схема трехкаскадного усилителя низкой частоты, который отличается от усилителя, выполненного по схеме на рис. 2, большей экономичностью питания, лучшей частотной характеристикой (в полосе от 40—50 *гц* до 6—

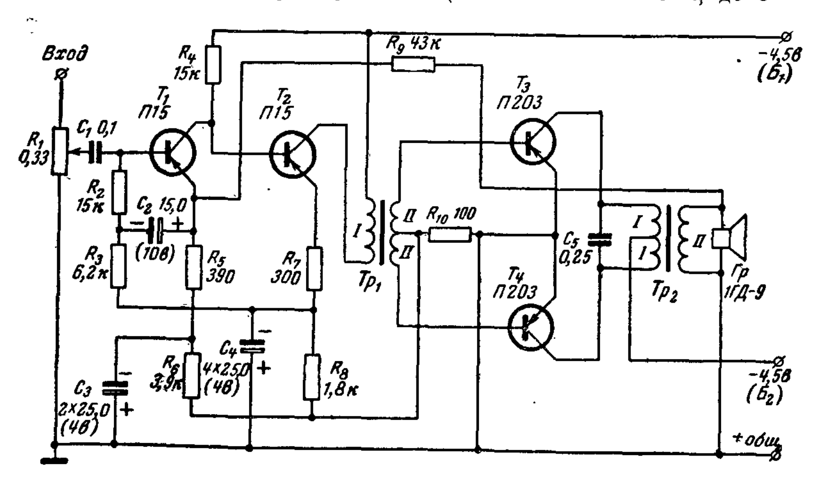


Рис. 18. Принципиальная схема усилителя низкой частоты.

7 *кгц*), значительно бо́льшим (в 15—20 раз) входным сопротивлением и чувствительностью, достаточной для работы от пьезоэлектрического звукоснимателя.

Питание транзисторов T_1 и T_2 первого и второго каскадов осуществляется от батареи $Б_1$, а третьего каскада — от батареи $Б_2$. Если для питания третьего каскада используются три параллельно соединенные батареи типа КСБ-Л-0,5, то усилитель обеспечивает на выходе максимальную неискаженную мощность 0,2 *вт*, а при питании этого каскада от источника напряжением 6 *в* (четыре последовательно соединенные батареи типа «Сатурн») 0,26—0,3 *вт*. При напряжениях батарей $Б_1$ и $Б_2$ по 4,5 *в* коллекторные токи транзисторов T_1 и T_2 соответственно составляют 0,17—0,23 и 0,5—0,7 *ма*, а напряжения между коллекторами и эмиттерами 0,5—0,7 и 2,8—3,1 *в*. Начальное смещение рабочих точек транзисторов T_3 и T_4, соответствующее току 2,5—5 *ма* (в режиме покоя), обеспечивается в результате протекания эмиттерных токов транзисторов T_1 и T_2 через сопротивление R_{10}. Благодаря этому полностью исключаются потери тока в цепях смещения. При максимальной мощности на выходе (на пороге ограничения) коллекторные токи транзисторов T_3 и T_4 составляют по 20—24 *ма*, а при напряжении 6 *в* батареи $Б_2$ они увеличиваются до 28—33 *ма*.

Стабилизация режимов работы транзисторов T_1 и T_2 обеспечивается общей отрицательной обратной связью по постоянному току аналогично стабилизации режимов работы транзисторов T_4 и T_5 в схеме на рис. 17. Разница состоит лишь в том, что в цепь базы транзистора T_1 на рис. 18 включены сопротивления R_2 и R_3, необходимые для получения высокого входного сопротивления усилителя. Эти сопротивления несколько снижают стабилизирующее действие общей обратной связи, но вместе с тем они позволяют работать при напряжениях на коллекторе транзистора первого каскада 0,5—0,7 *в* и токе 0,2 *ма* и практически полностью устранить собственные шумы усилителя при установке в его первый каскад любых исправных транзисторов.

С целью улучшения электрических характеристик усилителя и увеличения его входного сопротивления транзисторы T_1 и T_2 охвачены автономными обратными связями (сопротивления R_5 и R_7), а усилитель в целом общей обратной связью (сопротивление R_9). Выбранные режимы работы транзистора T_1 и глубина обратной связи позволяют получить входное сопротивление усилителя в 100—150 *ком*. Для того чтобы сопротивления R_2 и R_3 (15 *ком* и 6,2 *ком*) не шунтировали входного сопротивления, к точке их соединения и эмиттеру транзистора T_1 подключен конденсатор C_2. Включение этого конденсатора резко уменьшает величину переменного напряжения на сопротивлении R_2, так как разность потенциалов между базой и эмиттером транзистора T_1 значительно меньше напряжения на сопротивлении R_5. Это приводит к уменьшению тока, протекающего через сопротивление R_2. В результате общий ток на входе усилителя уменьшается, а входное сопротивление возрастает практически до своего первоначального значения.

Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ выполнены на сердечниках из низконикелевого пермаллоя (или из трансформаторной стали) Ш12×15 с площадью окна 270 *мм*². Обмотка *I* трансформатора $Тр_1$ содержит 3 000 витков провода ПЭВ 0,15 (сопротивление постоянному току 370 *ом*), а обмотка *II*—2×700 витков ПЭВ 0,23 (сопротивление

2×18 *ом*). Обмотка *I* трансформатора $Тр_2$ состоит из 2×260 витков провода ПЭВ 0,43 (сопротивление 2×1,8 *ом*), а обмотка *II* — из 100 витков ПЭВ 0,72 (сопротивление 0,2 *ом*). Порядок намотки трансформаторов $Тр_1$ и $Тр_2$ такой же, как у трансформаторов $Тр_1$ и $Тр_2$ в схеме на рис. 2.

ВЫПРЯМИТЕЛЬ ДЛЯ ПРИЕМНИКА

Описанный здесь приемник можно питать и от сети переменного тока, изготовив для этого соответствующий выпрямитель. Принципиальная схема такого выпрямителя приведена на рис. 19. Выпрямитель дает стабилизированное напряжение 4,5—5 *в* для пита-

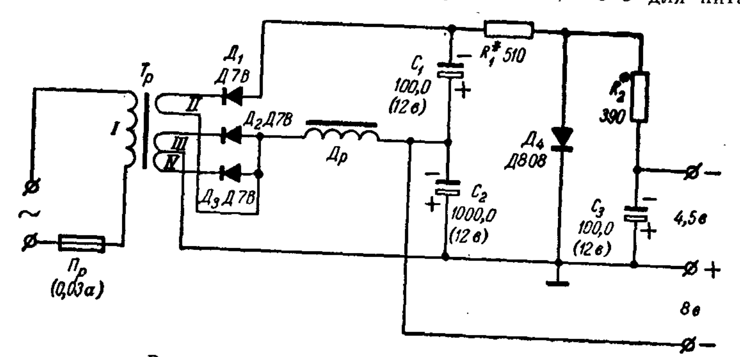


Рис. 19. Принципиальная схема выпрямителя.

ния высокочастотных каскадов и первого каскада усиления низкой частоты и нестабилизированное напряжение 7,5—8 *в* для питания оконечного двухтактного каскада приемника.

Стабилизация выпрямленного напряжения обеспечивается кремниевым стабилитроном $Д_4$ типа Д808. Для нормальной работы этого стабилитрона выпрямленное напряжение должно в 1,5—2 раза превышать напряжение на выходе выпрямителя. Излишек напряжения гасится сопротивлением R_1. Так как напряжение стабилизации у различных образцов стабилитронов типа Д808 может быть в пределах 7—8,5 *в*, сопротивление R_1 надо подбирать таким, чтобы при нормальном напряжении сети и включенной нагрузке ток через стабилитрон был 7—10 *ма*.

Трансформатор *Тр* собран на сердечниках из пермаллоевых пластин Ш-12 (пакет 15 *мм*, площадь окна 230 *мм*²). Обмотка *I* трансформатора состоит из 3 600 витков провода ПЭВ 0,1, обмотка *II* — из 170 витков ПЭВ 0,15, а обмотка *III* и *IV* — из 230 витков ПЭВ 0,4 каждая. Сначала наматывают на каркас обмотки *III* и *IV*, а затем обмотку *II*. После этого прокладывают 2—3 слоя тонкой плотной бумаги или 2 слоя лакоткани и наматывают обмотку *I*.

Обмотка *I*, содержащая 3 600 витков, рассчитана на включение трансформатора в сеть напряжением в 127 *в*. При необходимости включения в сеть напряжением 220 *в* число витков этой обмотки

должно быть увеличено до 6 250, а диаметр ее провода уменьшен до 0,06—0,07 *мм*.

Вместо пермаллоевых пластин для сердечника трансформатора питания можно применить и пластины из трансформаторной стали. В этом случае при одинаковом сечении сердечников число витков обмоток трансформатора надо увеличить в 1,4 раза.

Дроссель *Др* собран на таком же, как и у трансформатора питания, сердечнике и намотан проводом ПЭВ 0,55—0,65 до заполнения каркаса.

МАГНИТНАЯ АНТЕННА ДЛЯ ПРИЕМНИКА

Если приемник заключен в деревянный или пластмассовый футляр, то его можно приспособить для работы на внутреннюю магнитную антенну.

В этом случае катушки L_1 и L_2 (см. рис. 2) выполняют не на броневых сердечниках, а на ферритовых стержнях диаметром 8 и длиной 140—160 *мм*. Обе эти катушки наматываются в один ряд на двух бумажных гильзах, которые должны свободно перемещаться по стержню. Катушка L_1, намотанная на гильзе длиной 40—45 *мм*, состоит из 54 витков провода ЛЭШО 12×0,07 с отводом от 10-го витка, а катушка L_2 на гильзе длиной 80—85 *мм* имеет 190 витков ЛЭШО 7×0,07 или ПЭЛШО 0,12—0,15 с отводом от 12-го витка.

Ферритовые стержни с катушками следует укрепить в верхней части приемника по возможности дальше от магнитной системы громкоговорителя и металлического кожуха для батарей, расположив их параллельно друг другу на расстоянии 3 *см*. Использование двух ферритовых стержней дает возможность уменьшить связь между катушками, упростить настройку приемника и несколько увеличить его чувствительность.

Для устранения возможного самовозбуждения приемника в высокочастотной части диапазона длинных волн необходимо шунтировать входную цепь транзистора T_1 (рис. 2) последовательным резонансным контуром, настроенным на частоту 465 *кгц*. Катушка индуктивности этого контура, заключенная в сердечник СБ-1а, содержит 25 витков, а включенный последовательно с ней конденсатор типа КСО-5 имеет емкость порядка 0,01 *мкф*.

Настройка входных цепей приемника при работе с магнитной антенной производится в следующем порядке. Включают последовательный контур, подают на базу транзистора T_1 через сопротивление в 1—2 *ком* и разделительный конденсатор C_{14} (рис. 2) напряжение 10—50 *мкв* от сигнала-генератора и вращением сердечника катушки последовательного контура добиваются минимального значения принимаемого сигнала. После этого производят настройку и сопряжение контуров магнитной антенны по принимаемым радиостанциям. Индикатором выхода приемника может служить миллиамперметр на 0,2 *ма*, включенный в цепь коллектора транзистора T_3 (рис. 2) или транзистора T_1 (рис. 17). Для настройки используются радиостанции, частоты которых наиболее близки к частотам точного сопряжения.

Настройка на частотах, близких к 167 *кгц* в диапазоне длинных и 592 *кгц* в диапазоне средних волн, производится перемещением соответствующей катушки по ферритовому стержню, а на

частотах, близких к 402 и 1 528 *кгц* — подстроечными конденсаторами C_7 и C_8 (рис. 2). Если в процессе настройки катушка окажется расположенной точно посередине ферритового стержня или часть ее выйдет за край стержня, то нужно соответственно увеличить или уменьшить число витков с тем, чтобы середина катушки диапазона длинных волн находилась на расстоянии одной трети длины ферритового стержня слева, а середина катушки диапазона средних волн на расстоянии одной трети справа.

После этого настраиваются на станцию, частота которой близка к частоте точного сопряжения в средней части принимаемого диапазона (285 *кгц* на длинных и 1 060 *кгц* на средних волнах) и проверяют точность настройки контура антенны на эту частоту, поднося кусок феррита к стержню антенны или надевая на стержень короткозамкнутый виток из медной проволоки диаметром 0,5—1 *мм*. Если при этом принимаемый сигнал будет уменьшаться, то значит сопряжение выполнено правильно. Если же при поднесении куска феррита к стержню антенны амплитуда принимаемого сигнала возрастает (увеличится ток коллектора транзистора T_3, контролируемый миллиамперметром), то надо увеличить емкость конденсатора C_{13} на длинных волнах или C_{10} на средних, присоединив параллельно дополнительный конденсатор в 20—40 *пф*. Затем повторяют процесс установки частот гетеродина по крайним частотам диапазонов и производят настройку контуров магнитной антенны до тех пор, пока они не окажутся настроенными на радиостанции, принимаемые вблизи средней частоты точного сопряжения.

НАСТРОЙКА ПРИЕМНИКА БЕЗ ПРИБОРОВ

Пользуясь сигнал-генератором, осциллографом и другими измерительными приборами, можно сравнительно легко и быстро наладить и точно настроить собранный приемник. Однако наладить и настроить приемник, хотя и не так точно, возможно и без этих приборов, используя для этого лишь простой и доступный милливольтметр (например, тестер типа ТТ-1).

Пару транзисторов для выходного двухтактного каскада усилителя низкой частоты, собранного по схеме на рис. 2, подбирают следующим образом. Коллектор транзистора T_8 отключают от обмотки *I* трансформатора $Тр_1$, сопротивление R_{29} от сопротивления R_{28} и сопротивление R_{30} от сопротивления R_{23}. Включив затем батарею $Б_2$ (три свежие параллельно соединенные батареи КБС-Л-0,5), измеряют коллекторные токи транзисторов T_9 и T_{10}, подключая поочередно миллиамперметр в цепь коллектора каждого из транзисторов. Ток каждого транзистора в этом случае не должен превышать 0,2—0,5 *ма* (при комнатной температуре). Чтобы не повредить миллиамперметр от сильного броска тока, который может возникнуть при неисправном транзисторе, измерительный прибор, например ТТ-1, сначала устанавливают на предел 0—500 *ма*. Если в процессе измерений ток коллектора какого-либо из транзисторов непрерывно возрастает, то такой транзистор использовать не следует.

После этого сопротивление R_{29} подключают к сопротивлению R_{28} (в соответствии со схемой на рис. 2) и снова измеряют коллекторные токи транзисторов T_9 и T_{10}. Ток коллектора каждого транзистора в этом случае должен увеличиться до 3—10 *ма*. Да-

лее батарею $Б_2$ напряжением 4,5 *в* заменяют свежим гальваническим элементом напряжением 1,5 *в*, сопротивления R_{28} и R_{29} отключают от среднего вывода обмотки *II* трансформатора $Тр_1$, а к этому выводу и отрицательному полюсу гальванического элемента присоединяют сопротивление в 1 *ком* и измеряют коллекторный ток каждого транзистора, который в этом случае может достигать 50—150 *ма*.

Таким же образом проверяют все имеющиеся в наличии транзисторы, предназначенные для работы в выходном каскаде и отбирают из них те, у которых токи коллекторов наиболее одинаковы (главным образом токи при 3—10 и 50—100 *ма*).

Выбранную пару транзисторов впаивают в схему усилителя, которую восстанавливают в соответствии с рис. 2, оставляя отключенным сопротивление R_{30}. После этого включают батарею $Б_1$ и проверяют, а при необходимости и устанавливают режимы работы транзисторов первого и второго каскадов. Затем сопротивление R_{30} подключают к сопротивлению R_{23} и регулятор усиления (переменное сопротивление R_{16}) устанавливают в положение минимальной громкости. Если усилитель возбудится (в громкоговорителе появится громкий тональный звук), то следует измерить коллекторные токи транзисторов $Т_9$ и $Т_{10}$ (если усилитель не возбудится, то надо поменять концы обмотки *I* у трансформатора $Тр_1$). Ток каждого транзистора в этом случае должен быть порядка 60—80 *ма*. Это будет свидетельствовать о том, что усилитель выполнен правильно. Если же коллекторный ток одного из транзисторов близок к нулю, то нужно проверить правильность распайки обмоток трансформаторов в соответствии с рекомендациями, приведенными на стр. 12. После устранения неисправностей концы обмотки *I* трансформатора $Тр_1$ надо поменять местами. В заключение можно проверить работу усилителя, подключив к нему электромагнитный звукосниматель или радиотрансляционную сеть.

Подбор транзисторов в пару в схеме на рис. 18 производится следующим образом. Отключают цепь общей отрицательной обратной связи (сопротивление R_9), включают свежую батарею $Б_2$ напряжением 4,5 *в* и проверяют коллекторные токи транзисторов $Т_3$ и $Т_4$, которые не должны превышать 0,2—0,5 *ма*. После этого включают батарею $Б_1$ напряжением 4,5 *в* и проверяют режимы работы транзисторов $Т_1$ и $Т_2$. Убедившись в том, что их режимы соответствуют данным, приведенным на стр. 26, измеряют начальные рабочие токи коллекторов у транзисторов $Т_3$ и $Т_4$, которые должны быть порядка 2—6 *ма*. Затем батареи $Б_1$ и $Б_2$ отключают и вместо батареи $Б_2$ включают свежий гальванический элемент напряжением 1,5 *в*. От среднего вывода обмотки *II* трансформатора $Тр_1$ отключают сопротивления R_6, R_8 и R_{10} и, подключив к этому выводу сопротивление в 1,5 *ком* (второй конец этого сопротивления соединяют с отрицательным полюсом гальванического элемента), измеряют токи коллекторов, которые должны быть порядка 35—70 *ма*. Дальнейший порядок подбора транзисторов и проверки работы усилителя такой же, как и для схемы на рис. 2.

Работу гетеродина проверяют с помощью полупроводникового диода типа Д2В (его можно заменить диодами Д9Б, Д1В, Д10Б и др.). Вывод диода с отметкой плюс подключают к точке соединения сопротивления R_6 с катушкой L_5 (на средних волнах) или к точке соединения сопротивления R_8 с катушкой L_8 (на длинных

волнах), а второй его вывод присоединяют к плюсовому зажиму миллиамперметра с пределом измерения 0—0,2 *ма*, другой зажим которого соединяют с шасси приемника. После этого проверяют режим работы транзистора гетеродина и по выпрямленному току через миллиамперметр (ток должен быть в пределах 0,05—0,2 *ма*) устанавливают режим генерации, близкий к порогу самовозбуждения, в соответствии с указаниями на стр. 21.

Усилитель промежуточной частоты можно настроить, используя в качестве генератора местный гетеродин приемника в диапазоне длинных волн. Для этого надо замкнуть конденсатор C_{13}, чтобы конденсатор переменной емкости C_3 оказался соединенным непосредственно с катушкой L_6, что позволит изменить частоту гетеродина в диапазоне от 980 до 310 *кгц*. Необходимая частота 465 *кгц* получается при емкости контура гетеродина 240 *пф*, что соответствует, примерно, углу поворота ротора конденсатора на 75—85° от его положения при максимальной емкости. В наличии генерации по всему требуемому диапазону частот можно убедиться, фиксируя выпрямленный диодом ток по миллиамперметру с пределом 0—0,2 *ма*.

Настраивают усилитель промежуточной частоты следующим образом. Сначала надо отсоединить от заземляющей шины сопротивление R_{33} и включить между ним и шиной миллиамперметр с пределом измерения 0—1 *ма*. Чтобы усилитель не возбудился к миллиамперметру следует подключить электролитический конденсатор емкостью 5—25 *мкф*. Миллиамперметр будет служить индикатором настройки.

Далее отключают сопротивление автоматической регулировки усиления R_{13} от эмиттера транзистора $Т_7$ и присоединяют его к заземляющей шине, отсоединяют от базы транзистора $Т_4$ катушку L_{11} и подключают между базой этого транзистора и коллектором транзистора $Т_3$ сопротивление в 10 *ом* (три параллельно соединенных сопротивления по 30 *ом* каждое). Отключив затем от сопротивления R_3 конец катушки L_8, подсоединяют его к базе транзистора $Т_4$ через сопротивление в 1 000 *ом*. При этом напряжение от гетеродина 0,3—0,4 *в* будет уменьшено в 100 раз делителем напряжения, состоящим из сопротивлений 10 и 1 000 *ом*, и на вход усилителя промежуточной частоты таким образом будет подано напряжение 3—4 *мв*. Поворачивая после этого ротор конденсаторов переменной емкости C_2 и C_3 и добиваясь при этом наибольшего отклонения стрелки миллиамперметра, настраивают контуры $L_{12}C_{23}$, $L_{14}C_{27}$ и $L_{16}C_{29}$ на частоту, наиболее близкую к подходящей для всех трех контуров.

В процессе настройки регулируют амплитуду входного напряжения, изменяя величину сопротивления, включенного между базой транзистора $Т_4$ и катушкой L_8 так, чтобы ток через миллиамперметр не превышал 0,2 *ма*. В этом случае можно переключить миллиамперметр на предел измерения тока 0—0,2 *ма* и производить более точно настройку контуров. Чувствительность усилителя промежуточной частоты оценивают по отношению сопротивлений входного делителя при токе на выходе детектора 0,1 *ма*.

Затем приступают к настройке контуров L_9C_{16} и $L_{10}C_{19}$ в каскаде смесителя. Входные цепи усилителя промежуточной частоты восстанавливают в соответствии со схемой на рис. 2,*а* сопротивление 10 *ом* подключают к точке соединения конденсатора C_{14}

с секцией $П_{1б}$ переключателя диапазонов и к заземляющей шине, установив переключатель диапазонов в положение *1*. Отключенный ранее конец катушки L_8 подключают через сопротивление в 10—30 *ком* тоже к точке соединения конденсатора C_{14} с секцией $П_{1б}$ переключателя диапазонов. После этого настраивают контуры в каскаде смесителя в соответствии с рекомендациями на стр. 21 при токе детектора не более 0,2 *ма*.

Настроив контуры промежуточной частоты, надо восстановить цепь автоматической регулировки усиления и подобрать величину сопротивления R_{13} так, чтобы при увеличении напряжения на входе преобразовательного каскада в 100—200 раз (от величины входного напряжения, соответствующего току детектора 0,06 *ма*) ток на выходе детектора не увеличивался бы более чем до 0,35—0,4 *ма*. Затем восстанавливают входные цепи преобразовательного каскада (в соответствии со схемой на рис. 2) и приступают к настройке контуров гетеродина и входных цепей приемника по принимаемым радиостанциям.

Сначала, установив переключатель диапазонов в положение *3* (длинные волны), антенну подключают к конденсатору C_{14} и, повернув ротор конденсаторов переменной емкости до положения, близкого к тому, при котором обычно принимается радиостанция в конце длинноволнового диапазона на стандартном радиовещательном приемнике, подстраивают катушку контура гетеродина в соответствии с рекомендациями на стр. 22 до получения наилучшего приема. После этого контур гетеродина подстраивают по радиостанции в начале длинноволнового диапазона при соответствующем положении ротора конденсаторов переменной емкости. Затем, переставив антенну в свое гнездо, надо настроить входной контур длинноволнового диапазона, руководствуясь указаниями на стр. 22 и 28.

Гетеродинный и входной контуры диапазона средних волн настраивают аналогичным образом при положении *2* переключателя диапазонов.

Микиртичан Григорий Микиртичевич
Переносный транзисторный супергетеродин, М.—Л., издательство «Энергия», 1964
32 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 528)
Тематический план 1963 г., № 341

Редактор *М. М. Румянцев* Техн. редактор *Н. И. Борунов*
Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 25/II 1964 г. Подписано к печати 18/IV 1964 г.
Т-04285 Бумага 84×108¹/₃₂ 1,64 печ. л. Уч.-изд. л. 2,2
Тираж 75 000 экз. Цена 09 коп. Зак. 1105

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати.
Шлюзовая наб., 10.